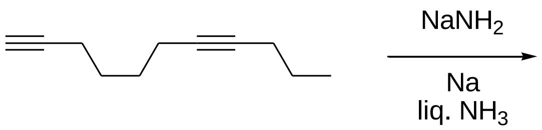
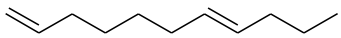
प्रश्न संग्रह: खंड 1

- इस खंड में **चार (04)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए **चार** विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से **केवल एक** विकल्प ही सही उत्तर है |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर से संबंधित विकल्प को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का <u>मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा</u> :
  पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही विकल्प ही चुना गया है |
  शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)|
  ऋण अंक : −1 अन्य सभी परिस्थितियों में |

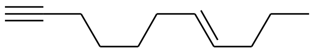
Q.1 निम्न लिखित अभिक्रिया में बना मुख्य उत्पाद है



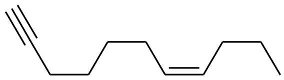
(A)



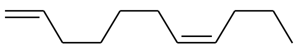
(B)



(C)

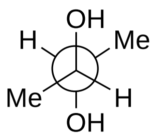


(D)

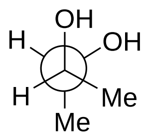


Q.2 निचे दिए गए में से, संरूपण (conformation) जो मेसो-ब्यूटेन-2,3-डाईऑल (*meso*-butane-2,3-diol) का सबसे स्थायी संरूपण से तदनुरूपी है, वह है

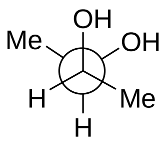
(A)



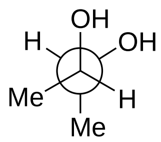
(B)



(C)

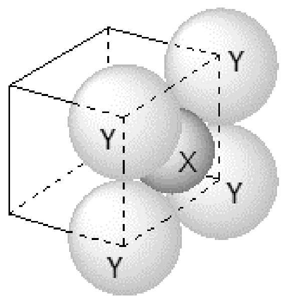


(D)



Q.3 जैसा की नीचे दर्शाया गया है, दिए गए एक लवण की निविड़ संकुलीत संरचना (close packed structure), जो धनायन **X** और ऋणायन **Y** से बने है (स्पष्टता के लिए एक ही फलक के आयनों को दर्शाए गए है), का संकुलित गुणांक (packing fraction) लगभग होगा

(packing fraction $= \frac{\text{packing efficiency}}{100}$)



(A) 0.74 (B) 0.63 (C) 0.52 (D) 0.48

Q.4 $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ और $[CuF_6]^{3-}$ के परिकलित प्रचक्रण मात्र चुम्बकीय आघूर्ण (calculated spin only magnetic moments) BM में, क्रमशः, हैं

(Cr और Cu के परमाणु क्रमांक यथाक्रम 24 एबं 29 हैं)

(A) 3.87 और 2.84

(B) 4.90 और 1.73

(C) 3.87 और 1.73

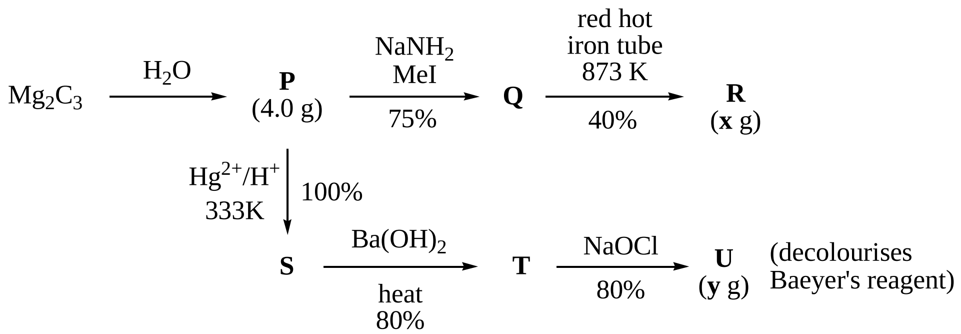
(D) 4.90 और 2.84

खंड 2

- इस खंड में **तीन (03)** प्रश्न स्तम्भ (QUESTION STEM) हैं |
- प्रत्येक प्रश्न स्तम्भ से सम्बंधित **दो (02)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **संख्यात्मक मान** (**NUMERICAL VALUE**) है |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर से संबंधित सही संख्यात्मक मान को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल नुमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर दर्ज करें |
- यदि संख्यात्मक मान में दो से अधिक दशमलव स्थान हैं, तो संख्यात्मक मान को दशमलव के **दो (02)** स्थानों तक **समेंटे/शून्यांत करें (truncate/round-off)** |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  पूर्ण अंक : +2 यदि केवल सही संख्यात्मक मान (numerical value) को ही संबंधित स्थान में दर्ज़ किया गया है |
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

प्रश्न 5 और 6 के लिए प्रश्न स्तम्भ

निम्न लिखित अभिक्रिया योजना में प्रतिशत प्राप्ति बाण के साथ दिया गया है:



(red hot iron tube = लाल तप्त लोहा नली, decolourise = बिरंजित करना, Baeyer's reagent = बेयर-अभिकारक)

x g और **y** g क्रमशः **R** और **U** का द्रव्यमान हैं |

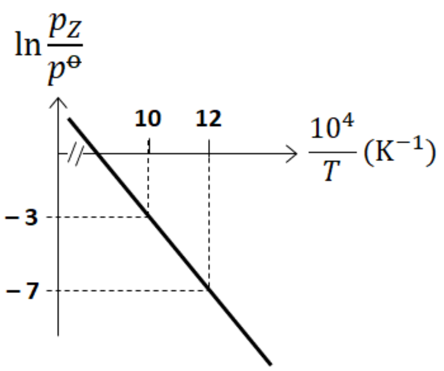
(उपयोग करें: H, C और O के मोलर द्रव्यमानों (g mol^{-1} में) का मान यथाक्रम 1, 12 एबं 16 हैं)

Q.5 **x** का मान ____ है |

Q.6 **y** का मान ____ है |

प्रश्न 7 और 8 के लिए प्रश्न स्तम्भ

$\mathbf{X}(s) \rightleftharpoons \mathbf{Y}(s) + \mathbf{Z}(g)$ अभिक्रिया के लिए, $\ln\frac{p_\mathrm{Z}}{p^\ominus}$ का $\frac{10^4}{T}$ साथ प्लाट (plot) (ठोस रेखा में) नीचे दिया गया है, जहां p_Z गैस **Z** का, तापमान T पर, दाब (bar में) है और $p^\ominus$= 1 bar है |



(दिया गया है: $\frac{\mathrm{d}\,(\ln K)}{\mathrm{d}\,(\frac{1}{T})} = -\frac{\Delta H^\ominus}{R}$, जहां साम्यावस्था स्थिरांक (equilibrium constant), $K = \frac{p_\mathrm{Z}}{p^\ominus}$ एबं

गैस स्थिरांक, R = 8.314 J $\mathrm{K^{-1}\,mol^{-1}}$ हैं)

Q.7 दिया हुआ अभिक्रिया के लिए मानक एन्थाल्पी (standard enthalpy), $\Delta H^\ominus$ का मान (kJ $\mathrm{mol^{-1}}$ में) ____ है |

Q.8 दिया हुआ अभिक्रिया के लिए $\Delta S^\ominus$ का मान (J $\mathrm{K^{-1}\,mol^{-1}}$ में), 1000 K पर ____ है |

प्रश्न 9 और 10 के लिए प्रश्न स्तम्भ

एक 0.1 मोलल सिल्वर नाइट्रेट विलयन (विलयन **A**) में जल का क्वथनांक (boiling point) **x** °C है | इस विलयन **A** में, एक समान आयतन के 0.1 मोलल बेरियम क्लोराइड के जलीय विलयन को, एक नया विलयन **B** बनाने के लिए डाला गया | इन दो विलायनों **A** और **B** में जल के क्वथनांक का अंतर **y** × 10^{-2} °C है |

(मानिए कि विलयन **A** और **B** का घनत्व जल के घनत्व के समान है और विलयशील लवणों का पूर्णतः वियोजन होता है |
उपयोग करें: मोलल उन्नयन स्थिरांक [Molal elevation constant (Ebullioscopic Constant)], K_b = 0.5 K kg mol^{-1}; शुद्ध जल का क्वथनांक 100 °C)

Q.9 **x** का मान ____ है |

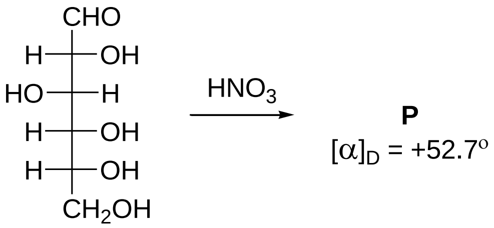
Q.10 **|y|** का मान ____ है |

प्रश्न संग्रह: खंड 3

- इस खंड में **छह (06)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए **चार** विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से **एक या एक से अधिक** विकल्प सही उत्तर है (हैं) |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर(उत्तरों) से संबंधित विकल्प (विकल्पों) को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा:

  पूर्ण अंक : $+4$ यदि केवल (सारे) सही विकल्प (विकल्पों) को चुना गया है |
  आंशिक अंक : $+3$ यदि चारों विकल्प सही हैं परन्तु केवल तीन विकल्पों को चुना गया हैं |
  आंशिक अंक : $+2$ यदि तीन या तीन से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल दो विकल्पों को चुना गया हैं और दोनों चुने हुए विकल्प सही विकल्प हैं |
  आंशिक अंक : $+1$ यदि दो या दो से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल एक विकल्प को चुना गया है और चुना हुआ विकल्प एक सही विकल्प है |
  शून्य अंक : 0 यदि किसी भी विकल्प को नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)|
  ऋण अंक : -2 अन्य सभी परिस्थितियों में |
- उदाहरण: यदि किसी प्रश्न के लिए केवल विकल्प (A), (B) और (D) सही विकल्प हैं, तब
  केवल विकल्प (A), (B) और (D) चुनने पर $+4$ अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) और (B) चुनने पर $+2$ अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) और (D) चुनने पर $+2$ अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (B) और (D) चुनने पर $+2$ अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) चुनने पर $+1$ अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (B) चुनने पर $+1$ अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (D) चुनने पर $+1$ अंक मिलेंगे;
  कोई भी विकल्प ना चुनने पर (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित रहने पर) 0 अंक मिलेंगे; और
  अन्य किसी विकल्पों के संयोजन को चुनने पर -2 अंक मिलेंगे |

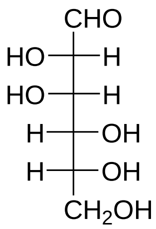
Q.11 दिया गया है:



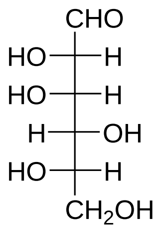
D-Glucose

यौगिक(कों), जो HNO_3 के साथ अभिक्रिया पर घूर्णन कोण (degree of rotation), $[\alpha]_D = -52.7^{o}$ होने वाला उत्पाद देगा, वो(वें) है(हैं)

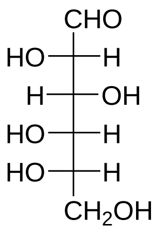
(A)



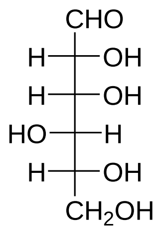
(B)



(C)

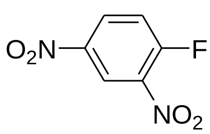


(D)

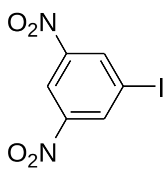


Q.12 PhSNa के साथ अभिक्रिया पर **Q** एक कार्बनिक यौगिक (मुख्य उत्पाद) देता है, जो, Na_2O_2 के साथ विवेचन पश्चात् $BaCl_2$ के डालने पर, सकारात्मक कैरिअस परख (Carius test) देता है | **Q** के लिए सही विकल्प है(हैं)

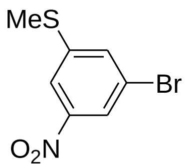
(A)



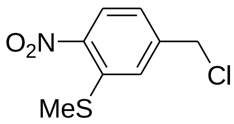
(B)



(C)



(D)



Q.13 कोलॉईडों (colloids) के सन्दर्भ में सही कथन है(हैं)

(A) कोलॉईडी सॉल (colloidal sol) को विद्युत अपघट्य (electrolyte) के द्वारा अवक्षेपित करने के प्रक्रम को पेप्टन (peptization) कहते है |

(B) समान सांद्रता पर, कोलॉईडी विलयन (colloidal solution) का जमना वास्तविक विलयन के तुलना में अधिक ताप पर होता है |

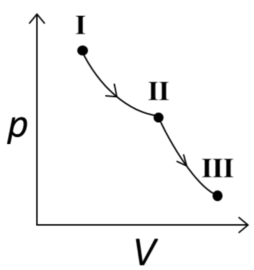
(C) पृष्ठ सक्रियक (surfactants) क्रांतिक मिसेल सांद्रता (critical micelle concentration, CMC) के ऊपर मिसेल निर्माण करता है | CMC ताप पर निर्भर करता है |

(D) मिसेल बृहदाण्विक कोलॉईड (macromolecular colloids) हैं |

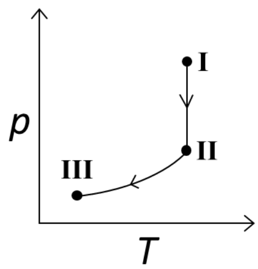
Q.14 एक आदर्श गैस अवस्था **I** से अवस्था **II** में उत्क्रमणीय समतापीय विस्तार (reversible isothermal expansion) से जाता है, उसके बाद वो अवस्था **II** से अवस्था **III** में उत्क्रमणीय रुद्धोष्म विस्तार (reversible adiabatic expansion) से जाता है | सही प्लाट(प्लाटें) जो अवस्था **I** से अवस्था **III** में बदलाव को दर्शाता(दर्शाती) है, वह(वें) है(हैं)

(p: दाब (pressure), V: आयतन (volume), T: ताप (temperature), H: एन्थैल्पी (enthalpy), S: एंट्रॉपी (entropy))

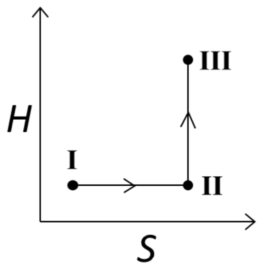
(A)



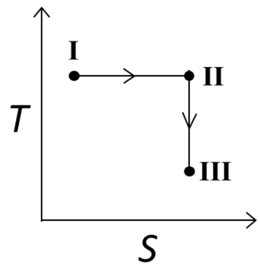
(B)



(C)



(D)



Q.15 धातु निष्कर्षण प्रक्रमों के बारें में सही कथन है(हैं)

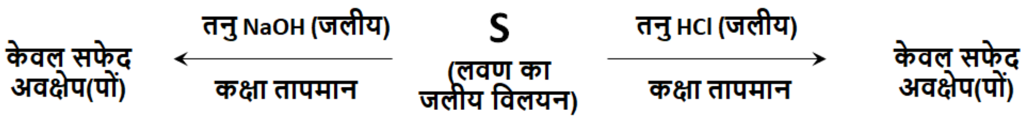
(A) PbS और PbO का एक मिश्रण स्वतः अपचयन (self-reduction) कर उत्पाद Pb और SO_2 देता है |

(B) कॉपर का कॉपर पाईराइट (copper pyrites) से निष्कर्षण प्रक्रम में, कॉपर सिलिकेट के उत्पादन के लिए सिलिका मिलाया जाता है |

(C) कॉपर के सल्फाइड अयस्क का भर्जन (roasting) से आंशिक ऑक्सीकरण के पश्चात् स्वतः अपचयन से फफोलेदार कॉपर (blister copper) का उत्पादन होता है |

(D) साईनाइड प्रक्रम (cyanide process) में, सोने का $Na[Au(CN)_2]$ से अवक्षेपण के लिए जिंक पाउडर का उपयोग किया जाता है |

Q.16 दो लवणों के एक मिश्रण का उपयोग करके एक विलयन **S** बनाया गया, जो निम्न परिणाम देता है:



लवण मिश्रण के लिए सही विकल्प है(हैं)

(A) $Pb(NO_3)_2$ और $Zn(NO_3)_2$

(B) $Pb(NO_3)_2$ और $Bi(NO_3)_3$

(C) $AgNO_3$ और $Bi(NO_3)_3$

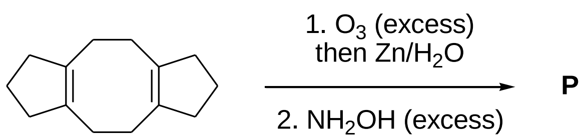
(D) $Pb(NO_3)_2$ और $Hg(NO_3)_2$

प्रश्न संग्रह: खंड 4

- इस खंड में **तीन (03)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **गैर-ऋणात्मक पूर्णांक (NON-NEGATIVE INTEGER) है |**
- प्रत्येक प्रश्न के लिए उत्तर को दर्शाने वाले सही पूर्णांक को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल नुमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर दर्ज करें |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  पूर्ण अंक : +4 यदि सिर्फ़ सही पूर्णांक (integer) ही दर्ज़ किया गया है |
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

Q.17 1-मेथिलसाइक्लोहैक्स-1-इन (1-methylcyclohex-1-ene) का Br_2 और पराबैंगनी प्रकाश (UV light) के उपयोग से मोनो-ब्रोमिनेशन पर बन सकने वाले संभव समावयवों (त्रिविम समावयवों (stereoisomers) सहित) की अधिकतम संख्या ____ है |

Q.18 निम्न लिखित अभिक्रिया में, मुख्य उत्पाद **P** में sp^2 संकरण (hybridization) वालें परमाणुओं की कुल संख्या ____ है |



Q.19 $[Pt(NH_3)_4Cl_2]Br_2$ के संभावित समावयवों (isomers) की कुल संख्या ____ है |

END OF THE QUESTION PAPER

खंड 1

- इस खंड में **चार (04)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए **चार** विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से **केवल एक** विकल्प ही सही उत्तर है |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर से संबंधित विकल्प को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  पूर्ण अंक : $+3$ यदि सिर्फ सही विकल्प ही चुना गया है |
  शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)|
  ऋण अंक : -1 अन्य सभी परिस्थितियों में |

Q.1 एक ऐसे त्रिभुज Δ पर विचार कीजिए जिसकी दो भुजाएँ x-अक्ष तथा रेखा $x + y + 1 = 0$ पर स्थित हैं | यदि Δ का लम्ब केन्द्र (orthocenter) $(1, 1)$ है, तब त्रिभुज Δ के शीर्षों (vertices) से होकर जाने वाले वृत्त का समीकरण है

(A) $x^2 + y^2 - 3x + y = 0$ (B) $x^2 + y^2 + x + 3y = 0$

(C) $x^2 + y^2 + 2y - 1 = 0$ (D) $x^2 + y^2 + x + y = 0$

Q.2 क्षेत्र

$$\left\{(x, y): 0 \le x \le \frac{9}{4},\ \ 0 \le y \le 1,\ \ x \ge 3y,\ \ x + y \ge 2\right\}$$

का क्षेत्रफल है

(A) $\frac{11}{32}$ (B) $\frac{35}{96}$ (C) $\frac{37}{96}$ (D) $\frac{13}{32}$

Q.3 तीन समुच्चयों (sets) $E_1 = \{1, 2, 3\}$, $F_1 = \{1, 3, 4\}$ और $G_1 = \{2, 3, 4, 5\}$ पर विचार कीजिए | समुच्चय E_1से दो अवयवों (elements) को बिना प्रतिस्थापित किए (without replacement) यादृच्छया (randomly) चुना जाता है, और मान लीजिए कि S_1 इन चुने हुए अवयवों के समुच्चय को निरुपित करता है | मान लीजिए कि $E_2 = E_1 - S_1$ और $F_2 = F_1 \cup S_1$ हैं | अब समुच्चय F_2 से दो अवयवों को बिना प्रतिस्थापित किए यादृच्छया चुना जाता है, और मान लीजिए कि S_2 इन चुने हुए अवयवों के समुच्चय को निरुपित करता है |

मान लीजिए कि $G_2 = G_1 \cup S_2$ है | अंततः समुच्चय G_2 से दो अवयवों को बिना प्रतिस्थापित किए यादृच्छया चुना जाता है, और मान लीजिए कि S_3 इन चुने हुए अवयवों के समुच्चय को निरुपित करता है | मान लीजिए कि $E_3 = E_2 \cup S_3$ है | घटना $E_1 = E_3$ के ज्ञात होने पर, मान लीजिए कि p, घटना $S_1 = \{1, 2\}$ की सप्रतिबंध प्रायिकता (conditional probability) को निरुपित करता है | तब p का मान है

(A) $\frac{1}{5}$ (B) $\frac{3}{5}$ (C) $\frac{1}{2}$ (D) $\frac{2}{5}$

Q.4 मान लीजिए कि $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_{10}$ धनात्मक (positive) मानों वाले ऐसे कोण (रेडियन मे) हैं कि $\theta_1 + \theta_2 + \cdots + \theta_{10} = 2\pi$ है | सम्मिश्र संख्याओं (complex numbers) $z_1 = e^{i\theta_1}$, $z_k = z_{k-1}e^{i\theta_k}, k = 2, 3, \ldots, 10$ को परिभाषित कीजिए, जहां $i = \sqrt{-1}$ है | नीचे दिए गए कथनों P और Q पर विचार कीजिए :

$$P: |z_2 - z_1| + |z_3 - z_2| + \cdots + |z_{10} - z_9| + |z_1 - z_{10}| \leq 2\pi$$

$$Q: |z_2^2 - z_1^2| + |z_3^2 - z_2^2| + \cdots + |z_{10}^2 - z_9^2| + |z_1^2 - z_{10}^2| \leq 4\pi$$

तब

(A) P **सत्य** है और Q **असत्य** है

(B) Q **सत्य** है और P **असत्य** है

(C) P और Q दोनों **सत्य** हैं

(D) P और Q दोनों **असत्य** हैं

खंड 2

- इस खंड में **तीन (03)** प्रश्न स्तम्भ (QUESTION STEM) हैं |
- प्रत्येक प्रश्न स्तम्भ से सम्बंधित **दो (02)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **संख्यात्मक मान** (**NUMERICAL VALUE**) है |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर से संबंधित सही संख्यात्मक मान को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल न्यूमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर दर्ज करें |
- यदि संख्यात्मक मान में दो से अधिक दशमलव स्थान हैं, तो संख्यात्मक मान को दशमलव के **दो (02)** स्थानों तक **समेंटे/शून्यांत करें (truncate/round-off)** |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  पूर्ण अंक : +2 यदि केवल सही संख्यात्मक मान (numerical value) को ही संबंधित स्थान में दर्ज़ किया गया है |
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

प्रश्न 5 और 6 के लिए प्रश्न स्तम्भ

तीन संख्याओं को समुच्चय $S = \{1,2,3,\ldots,100\}$ से, एक-एक करके, प्रतिस्थापन के साथ (with replacement), यादृच्छया (randomly) चुना जाता है | मान लीजिए कि चुनी गयी संख्याओं में से अधिकतम संख्या के कम से कम 81 होने की प्रायिकता p_1 है और चुनी गयी संख्याओं में से न्यूनतम संख्या के अधिक से अधिक 40 होने की प्रायिकता p_2 है |

Q.5 $\frac{625}{4} p_1$ का मान ___ है |

Q.6 $\frac{125}{4} p_2$ का मान ___ है |

प्रश्न 7 और 8 के लिए प्रश्न स्तम्भ

मान लीजिए कि α, β और γ ऐसी वास्तविक संख्याएँ हैं जिनके लिए रैखिक समीकरणों

$$x + 2y + 3z = \alpha$$

$$4x + 5y + 6z = \beta$$

$$7x + 8y + 9z = \gamma - 1$$

का निकाय (system of linear equations) संगत (consistent) है | मान लीजिए कि $|M|$ आव्यूह (matrix)

$$M = \begin{bmatrix} \alpha & 2 & \gamma \\ \beta & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

का सारणिक (determinant) है |

मान लीजिए कि P उन सभी (α, β, γ) को अंतर्विष्ट करने वाला समतल है जिनके लिए ऊपर दिये गये रैखिक समीकरणों का निकाय संगत है, और D, बिंदु $(0, 1, 0)$ की समतल P से दूरी के **वर्ग** (square of the distance) का मान है |

Q.7 $|M|$ का मान __ है |

Q.8 D का मान __ है |

प्रश्न 9 और 10 के लिए प्रश्न स्तम्भ

L_1 और L_2 द्वारा परिभाषित रेखाओं

$$L_1:\ x\sqrt{2} + y - 1 = 0 \text{ और } L_2:\ x\sqrt{2} - y + 1 = 0$$

पर विचार कीजिए | किसी नियत अचर (fixed constant) λ के लिए, मान लीजिए कि C एक बिंदु P का ऐसा बिन्दुपथ (locus) है कि P से L_1 की दूरी और P से L_2 की दूरी का गुणनफल λ^2 है | रेखा $y = 2x + 1$, C को दो बिंदुओं R और S पर मिलती है, जहां R और S के बीच की दूरी $\sqrt{270}$ है |

मान लीजिए कि RS का लंब समद्विभाजक (perpendicular bisector), C को दो भिन्न बिंदुओं R' और S' पर मिलता है | मान लीजिए कि R' और S' के बीच की दूरी के **वर्ग** (square of the distance) का मान D है |

Q.9 λ^2 का मान ___ है |

Q.10 D का मान ___ है |

खंड 3

- इस खंड में **छह (06)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए **चार** विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से **एक या एक से अधिक** विकल्प सही उत्तर है (हैं) |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर(उत्तरों) से संबंधित विकल्प (विकल्पों) को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा:
  पूर्ण अंक : +4 यदि केवल (सारे) सही विकल्प (विकल्पों) को चुना गया है |
  आंशिक अंक : +3 यदि चारों विकल्प सही हैं परन्तु केवल तीन विकल्पों को चुना गया हैं |
  आंशिक अंक : +2 यदि तीन या तीन से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल दो विकल्पों को चुना गया हैं और दोनों चुने हुए विकल्प सही विकल्प हैं |
  आंशिक अंक : +1 यदि दो या दो से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल एक विकल्प को चुना गया है और चुना हुआ विकल्प एक सही विकल्प है |
  शून्य अंक : 0 यदि किसी भी विकल्प को नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)|
  ऋण अंक : −2 अन्य सभी परिस्थितियों में |
- उदाहरण: यदि किसी प्रश्न के लिए केवल विकल्प (A), (B) और (D) सही विकल्प हैं, तब
  केवल विकल्प (A), (B) और (D) चुनने पर +4 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) और (B) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (B) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (B) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (D) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  कोई भी विकल्प ना चुनने पर (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित रहने पर) 0 अंक मिलेंगे; और
  अन्य किसी विकल्पों के संयोजन को चुनने पर −2 अंक मिलेंगे |

Q.11 किसी भी 3×3 आव्यूह (matrix) M के लिए, मान लीजिए कि $|M|$, M का सारणिक (determinant) को निरुपित करता है | मान लीजिए कि

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 4 \\ 8 & 13 & 18 \end{bmatrix}, \; P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \text{ और } F = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 8 & 18 & 13 \\ 2 & 4 & 3 \end{bmatrix}$$

यदि Q एक 3×3 कोटि का व्युत्क्रमणीय आव्यूह (nonsingular matrix) है, तब निम्न कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A) $F = PEP$ और $P^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

(B) $|EQ + PFQ^{-1}| = |EQ| + |PFQ^{-1}|$

(C) $|(EF)^3| > |EF|^2$

(D) $P^{-1}EP + F$ के विकर्ण (diagonal) के अवयवों (entries) का योगफल $E + P^{-1}FP$ के विकर्ण के अवयवों के योगफल के बराबर है

Q.12 मान लीजिए कि $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$

$$f(x) = \frac{x^2 - 3x - 6}{x^2 + 2x + 4}$$

द्वारा परिभाषित है | तब निम्न कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A) f अंतराल $(-2, -1)$ में ह्रासमान (decreasing) है

(B) f अंतराल $(1, 2)$ में वर्धमान (increasing) है

(C) f आच्छादक (onto) है

(D) f का परिसर (range) $\left[-\frac{3}{2}, 2\right]$ है

Q.13 मान लीजिए कि तीन घटनाओं E, F और G की प्रायिकताएँ (probabilities) $P(E) = \frac{1}{8}$, $P(F) = \frac{1}{6}$ और $P(G) = \frac{1}{4}$, और मान लीजिए कि $P(E \cap F \cap G) = \frac{1}{10}$ हैं | किसी भी घटना H के लिए, यदि H^c इसकी पूरक (complement) घटना को निरुपित करता है, तब निम्न कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A) $P(E \cap F \cap G^c) \leq \frac{1}{40}$

(B) $P(E^c \cap F \cap G) \leq \frac{1}{15}$

(C) $P(E \cup F \cup G) \leq \frac{13}{24}$

(D) $P(E^c \cap F^c \cap G^c) \leq \frac{5}{12}$

Q.14 किसी भी 3×3 आव्यूह (matrix) M के लिए, मान लीजिए कि M का सारणिक (determinant) $|M|$ द्वारा निरुपित है | मान लीजिए कि I, 3×3 तत्समक आव्यूह (identity matrix) है | मान लीजिए कि E और F, 3×3 कोटि के दो ऐसे आव्यूह हैं कि $(I - EF)$ व्युत्क्रमणीय (invertible) है | यदि $G = (I - EF)^{-1}$, तब निम्न कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A) $|FE| = |I - FE||FGE|$

(B) $(I - FE)(I + FGE) = I$

(C) $EFG = GEF$

(D) $(I - FE)(I - FGE) = I$

Q.15 किसी भी धन पूर्णांक (positive integer) n के लिए, मान लीजिए कि $S_n: (0, \infty) \to \mathbb{R}$,

$$S_n(x) = \sum_{k=1}^{n} \cot^{-1}\left(\frac{1 + k(k+1)x^2}{x}\right)$$

द्वारा परिभाषित है, जहां किसी भी $x \in \mathbb{R}$ के लिए, $\cot^{-1}(x) \in (0, \pi)$ और $\tan^{-1}(x) \in \left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$ है | तब निम्न कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A) $S_{10}(x) = \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{1+11x^2}{10x}\right)$, सभी $x > 0$ के लिए

(B) $\lim_{n\to\infty} \cot(S_n(x)) = x$, सभी $x > 0$ के लिए

(C) समीकरण $S_3(x) = \frac{\pi}{4}$ का $(0, \infty)$ में एक मूल है

(D) $\tan(S_n(x)) \leq \frac{1}{2}$, सभी $n \geq 1$ और $x > 0$ के लिए

Q.16 किसी भी सम्मिश्र संख्या $w = c + id$ के लिए, मान लीजिए कि $\arg(\mathrm{w}) \in (-\pi, \pi]$, जहां $i = \sqrt{-1}$ है | मान लीजिए कि α और β ऐसी वास्तविक संख्याएँ हैं कि $\arg\left(\frac{z+\alpha}{z+\beta}\right) = \frac{\pi}{4}$ को संतुष्ट करने वाली सभी सम्मिश्र संख्याओं $z = x + iy$ के लिए, क्रमित युग्म (x, y) वृत्त

$$x^2 + y^2 + 5x - 3y + 4 = 0$$

पर स्थित है | तब निम्न कथनों में से कौन सा (से) **सत्य** है (हैं) ?

(A) $\alpha = -1$ (B) $\alpha\beta = 4$ (C) $\alpha\beta = -4$ (D) $\beta = 4$

खंड 4

- इस खंड में **तीन (03)** प्रश्न हैं|
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **गैर-ऋणात्मक पूर्णांक (NON-NEGATIVE INTEGER) है |**
- प्रत्येक प्रश्न के लिए उत्तर को दर्शाने वाले सही पूर्णांक को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल नुमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर दर्ज करें|
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :

  पूर्ण अंक : +4 यदि क़ेवल सही पूर्णांक (integer) ही दर्ज़ किया गया है|

  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में|

Q.17 $x \in \mathbb{R}$ के लिए, समीकरण

$$3x^2 - 4|x^2 - 1| + x - 1 = 0$$

के वास्तविक मूलों (real roots) की संख्या ___ है|

Q.18 एक त्रिभुज ABC मे, मान लीजिए कि $AB = \sqrt{23}, BC = 3$ और $CA = 4$ हैं| तब

$$\frac{\cot A + \cot C}{\cot B}$$

का मान ___ है|

Q.19 मान लीजिए कि $\vec{u}, \vec{v}$ और $\vec{w}$ त्रिविमीय अंतरिक्ष (three-dimensional space) में सदिशें (vectors) हैं, जहां $\vec{u}$ और $\vec{v}$ ऐसे मात्रक सदिशें (unit vectors) हैं जो एक दुसरे पर लम्बवत (perpendicular) नहीं हैं तथा

$$\vec{u} \cdot \vec{w} = 1, \quad \vec{v} \cdot \vec{w} = 1, \quad \vec{w} \cdot \vec{w} = 4$$

यदि समांतर षट्फलक (parallelopiped), जिसकी संलग्न भुजाएं सदिशों $\vec{u}, \vec{v}$ तथा $\vec{w}$ द्वारा निरुपित हैं, का आयतन (volume) $\sqrt{2}$ है, तब $|3\,\vec{u} + 5\,\vec{v}|$ का मान ___ है|

END OF THE QUESTION PAPER

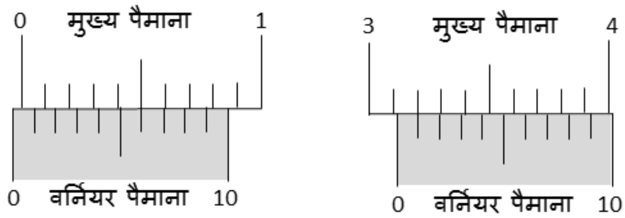
प्रश्न संग्रह: खंड 1

- इस खंड में **चार (04)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए **चार** विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से **केवल एक** विकल्प ही सही उत्तर है |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर से संबंधित विकल्प को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :

पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही विकल्प ही चुना गया है |
शून्य अंक : 0 यदि कोई भी विकल्प नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)|
ऋण अंक : −1 अन्य सभी परिस्थितियों में |

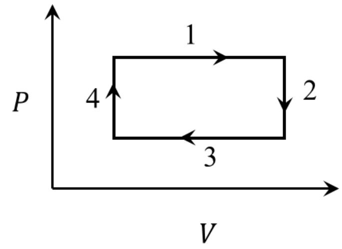
Q.1

एक वर्नियर कैलिपर्स के मुख्य पैमाने (main scale) के सबसे छोटे भाग का मान 0.1 cm है। वर्नियर पैमाने के दस भाग मुख्य पैमाने के नौं भागों के संगत हैं। नीचे दिए गए चित्रों में बायीं ओर का चित्र वर्नियर कैलिपर्स की उस स्थिति का पाठ्यांक है जब दोनों जबड़े एक साथ जुड़े हैं। दाहिनी ओर के चित्र में दर्शाया गया पाठ्यांक उस स्थिति का है जब एक ठोस गोले को कैलिपर्स के दोनों जबड़ों के बीच पकड़कर रखा जाता है। इस गोले का सही व्यास है



(A) 3.07 cm (B) 3.11 cm (C) 3.15 cm (D) 3.17 cm

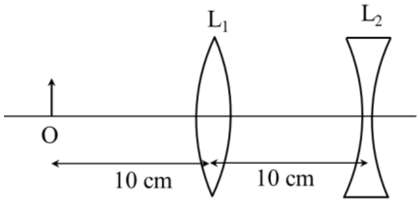
Q.2 चित्र में दिखाए गए $P-V$ ग्राफ के अनुसार, एक आदर्श गैस चार चरणों के चक्र (four step cycle) से गुजरती है। इस चक्र के दौरान गैस द्वारा ऊष्मा का अवशोषण होगा



(A) चरण 1 तथा 2 में (B) चरण 1 तथा 3 में

(C) चरण 1 तथा 4 में (D) चरण 2 तथा 4 में

Q.3 एक विस्तृत (extended) वस्तु को एक उत्तल (convex) लेंस L_1 के सामने 10 cm दूर बिन्दु O पर रखा गया है। इस उत्तल लेंस से 10 cm पीछे एक अवतल (concave) लेंस L_2 रखा है, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। दोनों लेंसों के सभी वक्र-पृष्ठों की वक्रता त्रिज्यायें (radii of curvature) 20 cm हैं तथा उनके अपवर्तनांक (refractive index) 1.5 हैं। इस लेंस निकाय का कुल आवर्धन (magnification) होगा



(A) 0.4 (B) 0.8 (C) 1.3 (D) 1.6

Q.4 20 min के अर्धायु वाले एक भारी नाभिक (nucleus) Q में अल्फा-क्षय (alpha decay) की प्रायिकता (probability) 60% है एवं बीटा-क्षय (beta decay) की प्रायिकता 40% है। आरम्भ में Q नाभिकों की संख्या 1000 है। पहले एक घंटे में Q से होने वाले अल्फा-क्षयों की संख्या होगी

(A) 50 (B) 75 (C) 350 (D) 525

खंड 2

- इस खंड में **तीन (03)** प्रश्न स्तम्भ (QUESTION STEM) हैं |
- प्रत्येक प्रश्न स्तम्भ से सम्बंधित **दो (02)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **संख्यात्मक मान** (**NUMERICAL VALUE**) है |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर से संबंधित सही संख्यात्मक मान को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल नुमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर दर्ज करें |
- यदि संख्यात्मक मान में दो से अधिक दशमलव स्थान हैं, तो संख्यात्मक मान को दशमलव के **दो (02)** स्थानों तक **समेंटे/शून्यांत करें (truncate/round-off)** |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  पूर्ण अंक : +2 यदि केवल सही संख्यात्मक मान (numerical value) को ही संबंधित स्थान में दर्ज़ किया गया है |
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में |

प्रश्न 5 और 6 के लिए प्रश्न स्तम्भ

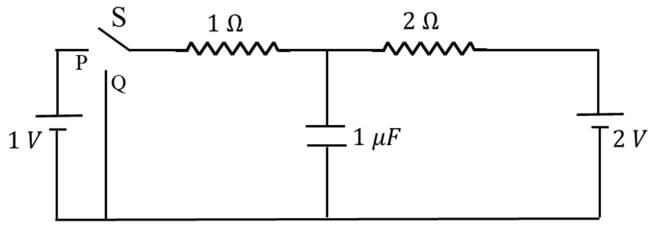
एक प्रक्षेप (projectile) को उर्ध्वाधर (vertical) से 45° के कोण पर $5\sqrt{2}$ m/s की चाल से भूमि पर स्थित एक बिन्दु O से प्रक्षेपित किया जाता है। अपने प्रक्षेप-पथ के उच्चतम बिन्दु पर यह प्रक्षेप दो बराबर भागों में विभाजित हो जाता है। विभाजन के 0.5 सेकंड (second) उपरांत एक भाग भूमि पर लम्बवत नीचे गिरता है। दूसरा भाग, विभाजन के t सेकंड उपरांत भूमि पर, बिन्दु O से x मीटर की दूरी पर गिरता है। गुरुत्वीय त्वरण $g = 10\ \text{m/s}^2$ है |

Q.5 t का मान ____ है |

Q.6 x का मान ____ है |

प्रश्न 7 और 8 के लिए प्रश्न स्तम्भ

चित्र में दिखाए गए परिपथ में, कुंजी S को P सिरे से काफी समय तक जोड़कर रखते हैं जिससे संधारित्र (capacitor) पर आवेश q_1 μC हो जाता है। फिर S को Q सिरे से जोड़ दिया जाता है। काफी समय के उपरांत संधारित्र पर आवेश q_2 μC हो जाता है।

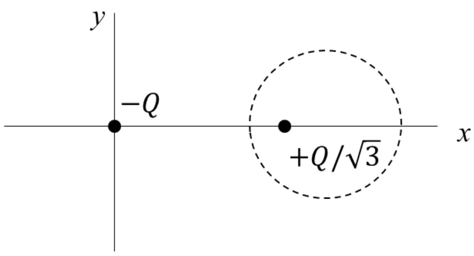


Q.7 q_1 का परिमाण ____ है|

Q.8 q_2 का परिमाण ____ है|

प्रश्न 9 और 10 के लिए प्रश्न स्तम्भ

दो बिन्दु आवेश $-Q$ और $+Q/\sqrt{3}$ xy-समतल पर क्रमशः मूल बिन्दु $(0, 0)$ तथा एक बिन्दु $(2, 0)$ पर रखे हैं, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है| इसके फलस्वरूप xy-समतल पर त्रिज्या R तथा विभव $V = 0$ का एक समविभव (equipotential) वृत्त बनता है जिसका केन्द्र $(b, 0)$ है| सभी लम्बाईयों की इकाई मीटर है|



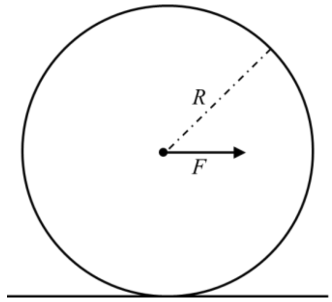
Q.9 R का मान ____ मीटर है |

Q.10 b का मान ____ मीटर है |

प्रश्न संग्रह: खंड 3

- इस खंड में **छह (06)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए **चार** विकल्प (A), (B), (C) और (D) दिए गए हैं | इन चार विकल्पों में से **एक या एक से अधिक** विकल्प सही उत्तर है (हैं) |
- प्रत्येक प्रश्न के लिए दिए हुए विकल्पों में से सही उत्तर(उत्तरों) से संबंधित विकल्प (विकल्पों) को चुनिए |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा:
  पूर्ण अंक : +4 यदि केवल (सारे) सही विकल्प (विकल्पों) को चुना गया है |
  आंशिक अंक : +3 यदि चारों विकल्प सही हैं परन्तु केवल तीन विकल्पों को चुना गया हैं |
  आंशिक अंक : +2 यदि तीन या तीन से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल दो विकल्पों को चुना गया हैं और दोनों चुने हुए विकल्प सही विकल्प हैं |
  आंशिक अंक : +1 यदि दो या दो से अधिक विकल्प सही हैं परन्तु केवल एक विकल्प को चुना गया है और चुना हुआ विकल्प एक सही विकल्प है |
  शून्य अंक : 0 यदि किसी भी विकल्प को नहीं चुना गया है (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित है)|
  ऋण अंक : −2 अन्य सभी परिस्थितियों में |
- उदाहरण: यदि किसी प्रश्न के लिए केवल विकल्प (A), (B) और (D) सही विकल्प हैं, तब
  केवल विकल्प (A), (B) और (D) चुनने पर +4 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) और (B) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (B) और (D) चुनने पर +2 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (A) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (B) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  केवल विकल्प (D) चुनने पर +1 अंक मिलेंगे;
  कोई भी विकल्प ना चुनने पर (अर्थात् प्रश्न अनुत्तरित रहने पर) 0 अंक मिलेंगे; और
  अन्य किसी विकल्पों के संयोजन को चुनने पर −2 अंक मिलेंगे |

Q.11 चित्रानुसार, द्रव्यमान m और त्रिज्या R की एक बेलनाकार वस्तु के द्रव्यमान केंद्र पर उसके अक्ष के लम्बवत एक क्षैतिज बल F लगाया जाता है | भूमि और वस्तु के बीच का घर्षण गुणांक (coefficient of friction) μ है | वस्तु के द्रव्यमान केन्द्र का त्वरण a है और g गुरुत्वीय त्वरण है | यदि वस्तु बिना फिसले लुढ़कती है, तो निम्न में से कौन सा(से) कथन सत्य है (हैं) ?



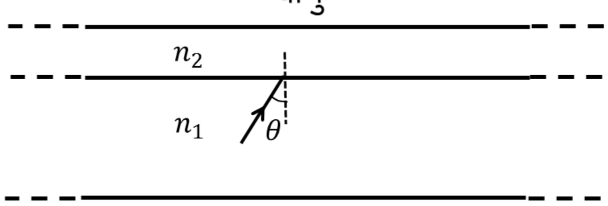
(A) एक ही बल F के लिये, a का मान बेलन के ठोस या खोखले होने पर निर्भर नहीं करता है

(B) यदि बेलन ठोस है, तो त्वरण a का अधिकतम मान $2\mu g$ है

(C) भूमि के साथ घर्षण बल का परिमाण हमेशा μmg होगा

(D) एक पतली दीवार वाले खोखले बेलन के लिए , $a = \frac{F}{2m}$ होगा

Q.12 अपवर्तनांक (refractive index) n_1 तथा n_2 के दो माध्यमों से बने एक चौड़े गुटके को वायु में चित्रानुसार रखा गया है | माध्यम n_1 से प्रकाश की एक किरण माध्यम n_2 पर कोण θ पर आपतित होती है, जहाँ $\sin\theta$ का मान $1/n_1$ से थोड़ा सा अधिक है | माने कि वायु का अपवर्तनांक 1 है | निम्न में से कौन सा (से) कथन सत्य है (हैं) ?



(A) यदि $n_2 = n_1$ है तो प्रकाश की किरण वायु में प्रवेश करेगी

(B) यदि $n_2 < n_1$ है तो प्रकाश की किरण अंततः अपवर्तनांक n_1 वाले माध्यम में परावर्तित होगी

(C) यदि $n_2 > n_1$ है तो प्रकाश की किरण अंततः अपवर्तनांक n_1 वाले माध्यम में परावर्तित होगी

(D) यदि $n_2 = 1$ है तो प्रकाश की किरण अपवर्तनांक n_1 वाले माध्यम में परावर्तित होगी

Q.13 द्रव्यमान $M = 0.2$ kg का एक कण आरंभ में xy–समतल के एक बिन्दु $(x = -l, y = -h)$ पर विरामावस्था में है, जहाँ $l = 10$ m तथा $h = 1$ m हैं। समय $t = 0$ पर कण को $a = 10$ m/s^2 के नियत त्वरण (constant acceleration) से धनात्मक x–अक्ष की दिशा में त्वरित किया जाता है। मूलबिन्दु के सापेक्ष कण के कोणीय संवेग (angular momentum) तथा बल आघूर्ण (torque) SI इकाई में क्रमशः $\vec{L}$ और $\vec{\tau}$ से परिभाषित हैं। यदि $\hat{\imath}, \hat{\jmath}$ और $\hat{k}$ क्रमशः धनात्मक x, y और z-अक्षों की दिशाओं में इकाई सदिशें (unit vectors) हैं, जहाँ $\hat{k} = \hat{\imath} \times \hat{\jmath}$। निम्न में से कौन सा (से) कथन सत्य है (हैं) ?

(A) समय $t = 2$ s पर कण बिन्दु $(x = l, y = -h)$ पर पहुंचता है

(B) $\vec{\tau} = 2\,\hat{k}$, जब कण बिन्दु $(x = l, y = -h)$ से गुजरता है

(C) $\vec{L} = 4\,\hat{k}$, जब कण बिन्दु $(x = l, y = -h)$ से गुजरता है

(D) $\vec{\tau} = \hat{k}$, जब कण बिन्दु $(x = 0, y = -h)$ से गुजरता है

Q.14 निम्न में से कौन सा (से) कथन हाइड्रोजन परमाणु के स्पेक्ट्रम (spectrum) के बारे में सत्य है (हैं) ?

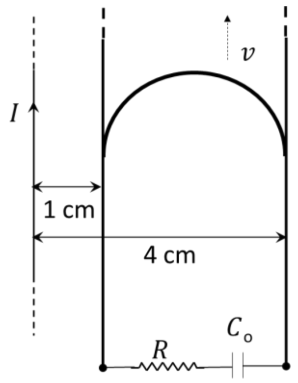
(A) बामर (Balmer) श्रेणी की दीर्घतम तथा लघुतम तरंगदैर्घ्यों का अनुपात 9/5 है

(B) बामर (Balmer) तथा पाशन (Paschen) श्रेणीयों की तरंगदैर्घ्यों की परासों (ranges) के मध्य अतिव्यापन (overlap) होता है

(C) लाईमन (Lyman) श्रेणी की तरंगदैर्घ्यों के मान $\left(1 + \frac{1}{m^2}\right)\lambda_0$ होते हैं, जहाँ λ_0 इस श्रेणी की लघुतम तरंगदैर्घ्य है तथा m एक पूर्णांक है

(D) बामर (Balmer) तथा लाईमन (Lyman) श्रेणीयों की तरंगदैर्घ्यों की परासों के मध्य अतिव्यापन (overlap) नहीं होता है

Q.15 एक सीधे लम्बे तार में $I = 2$ Ampere की धारा बह रही है| एक अर्धवृत्ताकार चालक छड़ (conducting rod), तार के समीप दो नगण्य प्रतिरोध की समानांतर चालक रेलों पर इस प्रकार रखा गया है कि दोनों रेल, तार के समानांतर हैं। तार, छड़ और रेल एक ही क्षैतिज समतल पर हैं, जैसा चित्र में दर्शाया गया है| अर्धवृत्ताकार चालक छड़ के दो सिरे तार से 1 cm तथा 4 cm की दूरी पर हैं| समय $t = 0$ पर, यह छड़ रेलों पर वेग $v = 3.0$ m/s से गतिमान होती है (चित्र देखें)। दोनों रेलों के बीच एक प्रतिरोध $R = 1.4\ \Omega$ तथा एक संधारित्र (capacitor) $C_o = 5.0\ \mu$F को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है। समय $t = 0$ पर, संधारित्र C_o अनावेशित है। निम्न में से कौन सा (से) कथन सत्य है (हैं) ? [$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ SI units और $\ln 2 = 0.7$ लीजिये]



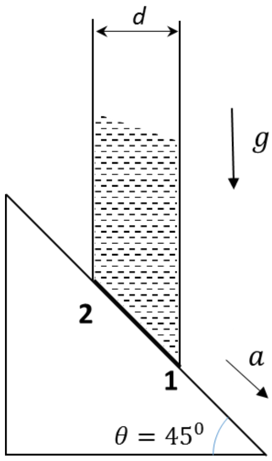
(A) प्रतिरोध R में धारा का अधिकतम मान 1.2×10^{-6} Ampere होगा

(B) प्रतिरोध R में धारा का अधिकतम मान 3.8×10^{-6} Ampere होगा

(C) संधारित्र C_o पर आवेश का अधिकतम 8.4×10^{-12} Coulomb होगा

(D) संधारित्र C_o पर आवेश का अधिकतम 2.4×10^{-12} Coulomb होगा

Q.16 पानी से भरी एक बेलनाकार नलिका का तल चित्रानुसार है। यह नलिका $\theta = 45^0$ कोण के एक स्थिर ढालयुक्त समतल पर एक नियत त्वरण a से ढाल की दिशा में चल रही है। नलिका के तल पर स्थित बिन्दुओं 1 और 2 पर दाब क्रमशः P_1 और P_2 हैं। मान लें कि $\beta = (P_1 - P_2)/(\rho g d)$, जहाँ ρ पानी का घनत्व, d नलिका का आन्तरिक व्यास तथा g गुरुत्वीय त्वरण है। निम्न में से कौन सा (से) कथन सत्य है (हैं) ?



(A) $\beta = 0$, जब $a = g/\sqrt{2}$

(B) $\beta > 0$, जब $a = g/\sqrt{2}$

(C) $\beta = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}$, जब $a = g/2$

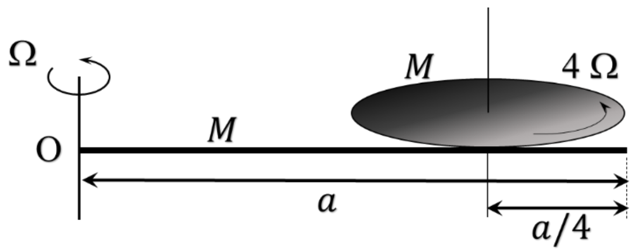
(D) $\beta = \frac{1}{\sqrt{2}}$, जब $a = g/2$

प्रश्न संग्रह: खंड 4

- इस खंड में **तीन (03)** प्रश्न हैं |
- प्रत्येक प्रश्न का उत्तर एक **गैर-ऋणात्मक पूर्णांक (NON-NEGATIVE INTEGER) है |**
- प्रत्येक प्रश्न के लिए उत्तर को दर्शाने वाले सही पूर्णांक को माउज़ (MOUSE) और ऑन स्क्रीन (ON-SCREEN) वर्चुअल नुमेरिक कीपैड (VIRTUAL NUMERIC KEYPAD) के प्रयोग से उत्तर के लिए चिन्हित स्थान पर दर्ज करें |
- प्रत्येक प्रश्न के उत्तर का मूल्यांकन निम्न योजना के अनुसार होगा :
  पूर्ण अंक : +4 यदि सिर्फ़ सही पूर्णांक (integer) ही दर्ज़ किया गया है |
  शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में ||

Q.17 द्रव्यमान 4 amu का एक अल्फा–कण (alpha-particle) एवं एक एकावेशित (singly ionized) सल्फर आयन (द्रव्यमान 32 amu) आरम्भ में विरामावस्था में हैं। ये कण विभव (potential) V से त्वरित होकर एक ऐसे एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र से गुजरते हैं जिसकी दिशा कणों के वेग के लंबवत है। इस क्षेत्र में ये अल्फा–कण व सल्फर आयन क्रमशः r_α एवं r_S की त्रिज्याओं वाली वृत्ताकार कक्षाओं में घूमते हैं। अनुपात r_S/r_α का मान ____ होगा |

Q.18 द्रव्यमान M तथा लम्बाई a की एक पतली छड़ एक क्षैतिज तल में बिन्दु O से गुजरने वाले एक स्थिर ऊर्ध्वाधर अक्ष के परितः घूर्णन करने के लिये स्वतंत्र है। द्रव्यमान M तथा त्रिज्या $a/4$ की एक पतली वृत्ताकार डिस्क को इस छड़ पर उसके स्वतंत्र सिरे से $a/4$ दूरी पर चित्रानुसार धुराग्रस्थ (pivoted) किया गया है, जिससे वह अपने ऊर्ध्वाधर अक्ष के परितः घूर्णन करने के लिये स्वतंत्र है। मान लें कि छड़ और डिस्क दोनों का एकसमान घनत्व है, तथा गति के दौरान दोनों क्षैतिज रहते हैं| एक स्थिर प्रेक्षक किसी क्षण छड़ को कोणीय वेग (angular velocity) Ω से तथा डिस्क को कोणीय वेग 4Ω से घूर्णन करते हुए पाता है | इस निकाय का कोणीय संवेग (angular momentum) बिन्दु O के परितः $\left(\frac{Ma^2\Omega}{48}\right)n$ है। n का मान ___ होगा |



Q.19 एक छोटी वस्तु को एक निर्वातित (evacuated) बड़े खोखले गोले के केंद्र पर रखा गया है | मानें, गोले का तापमान 0 K पर अनुरक्षित (maintained) है | समय $t = 0$ पर वस्तु का तापमान 200 K है | वस्तु का तापमान $t = t_1$ पर 100 K तथा $t = t_2$ पर 50 K हो जाता है। वस्तु तथा गोले को आदर्श कृष्णिका (ideal black-body) मानें। वस्तु की ऊष्मा क्षमता (heat capacity) तापमान पर निर्भर नहीं करती है | अनुपात t_2/t_1 का मान ___ होगा |

END OF THE QUESTION PAPER